

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-155974

(P2000-155974A)

(43)公開日 平成12年6月6日 (2000.6.6)

(51)Int.Cl.

G 11 B 7/135
7/125
7/13

識別記号

F I

G 11 B 7/135
7/125
7/13

テマコード(参考)

A 5 D 1 1 9
A

審査請求 未請求 請求項の数3 OL (全6頁)

(21)出願番号

特願平10-329896

(22)出願日

平成10年11月19日 (1998.11.19)

(71)出願人 000000044

旭硝子株式会社

東京都千代田区有楽町一丁目12番1号

(72)発明者 村田 浩一

神奈川県横浜市神奈川区羽沢町1150番地
旭硝子株式会社内

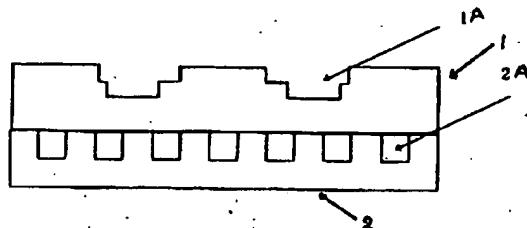
Fターム(参考) 5D119 AA41 BA01 CA16 EC47 FA08
JA16 JA23

(54)【発明の名称】 位相制御素子及びこれを用いた光ヘッド装置

(57)【要約】

【課題】出射光の波長が異なる2つの光源を有する光ヘッド装置で使用する、小型で軽量化され、光の位相を変化させる位相制御素子を得る。

【解決手段】平面形状が環状で断面形状が階段状の溝1Aを有する位相制御用の基板1とビームスプリッタ用ホログラム2Aが形成されているホログラム用の基板2とを一体化して位相制御素子とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】光の位相を変化させる位相制御素子において、平面形状が環状で断面形状が階段状の溝を有する位相制御用の基板にビームスプリッタ用ホログラムが一体化されていることを特徴とする光ヘッド装置用の位相制御素子。

【請求項2】ビームスプリッタ用ホログラムが複屈折性の光学材料と光学的等方性材料とから構成されており、いずれか一方の材料により形成された格子状の凹凸部に他方の材料が組み合わされたものである請求項1に記載の位相制御素子。

【請求項3】波長がそれぞれ異なる2つの光源からの出射光を光記録媒体へ導き、光記録媒体からの反射光を検出する光検出器とを少なくとも備えた光ヘッド装置において、光源と光記録媒体との間に請求項1又は2に記載の位相制御素子が配された光ヘッド装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光ディスクなどの光記録媒体用の記録装置や再生装置などに用いる光ヘッド装置用の位相制御素子及びこれを用いた光ヘッド装置に関する。

【0002】

【従来の技術】CD-Rを含むCD系の光記録媒体（以後、光ディスクで代表する）の記録再生のために、光源として波長が780nm帯の半導体レーザとNA（開口数）が0.45の対物レンズ及び厚さが1.2mmの光ディスクが使用される。一方DVD系の光ディスクの記録再生には、光源として波長が650nm帯の半導体レーザとNAが0.6の対物レンズ及び厚さが0.6mmの光ディスクが使用される。

【0003】したがって、一つの光ヘッド装置でCD系とDVD系との両系の光ディスクの記録再生を実現させるには、CD系とDVD系用のそれぞれの発振波長の半導体レーザを2個、及びそれぞれのNAに対応した2個の対物レンズを使用する。しかし、この方式では、光学系が2系統となるため光ヘッド装置の体積が大きく、重量も重く、部品点数が多いため組立工程が複雑であるなどの欠点があった。

【0004】これらの欠点を解決するため、波長の異なる半導体レーザからの光を波長選択性の合成分離ミラーで合成分離し同一の対物レンズを使用してコンパクトな光ヘッド装置を構成することが提案されているが、前述のようにCD系とDVD系の光ディスクでは対物レンズに要求されるNAが異なる。そのため、両系の光ディスクを同一の対物レンズを使用し記録再生する場合、対物レンズのNAを波長に応じて変える必要がある。

【0005】この波長に応じて変える方法として光軸を含む対物レンズの中心領域では、2つの波長帯の光は直進透過させ、光軸を含まない対物レンズの周辺領域では

大きなNAが必要な波長650nmの光は直線的に透過させ、小さなNAでもよい波長780nmの光は反射させる。このように、一つの波長に対しては周辺領域で直線透過率を低くする機能を有した波長選択性の絞りを、光ディスクと光源との間に配置することによりCD系とDVD系での光ディスクの波長に対するNAの切替を行っている。しかし、CD系とDVD系では光ディスクの厚さが異なるので、発生する球面収差をこのような開口制御（NA制御）のみでは十分に低減させることは困難であった。

【0006】一方、光ディスク用の光ヘッド装置においては、半導体レーザからの出射光が光ディスクで反射されて戻り光となり、この戻り光をビームスプリッタを用いて光検出器である受光素子に導く必要がある。このビームスプリッタとして、異なる波長の半導体レーザ光を合成分離するための前述の合成分離ミラーに加えて、この合成分離ミラーによって分離されたそれぞれの波長の光を上記の受光素子へ導くためのハーフミラーが必要となる。したがって、このように部品点数が多くなって、組立工程が複雑となり生産性が下がる。また、このハーフミラーは通常入射光方向に対し90度方向に光を反射するように使用するために、光ヘッド装置の小型化も困難であった。

【0007】この小型化のため、このビームスプリッタとしてホログラム素子を用いることが提案されている。このホログラフィックビームスプリッタは、光の進行方向を回折によって曲げて、半導体レーザの近くに配置した受光素子に光を導くことができる。

【0008】このホログラフィックビームスプリッタを半導体レーザと対物レンズとの間の、半導体レーザに近い側に配置すると、2つの異なる波長の半導体レーザの近くにそれぞれのホログラム素子が必要となり部品点数が増加する。また、特にDVD系の光ディスクの再生時には、ホログラム素子を対物レンズと一緒に駆動した方がトラッキングの精度が高くなる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、従来技術が有していた前述の問題を解決する位相制御素子及びこれを用いた光ヘッド装置を提供することである。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は、前述の課題に鑑みてなされたものであり、光の位相を変化させる位相制御素子において、平面形状が環状で断面形状が階段状の溝を有する位相制御用の基板にビームスプリッタ用ホログラムが一体化されていることを特徴とする光ヘッド装置用の位相制御素子を提供する。また、ビームスプリッタ用ホログラムが複屈折性の光学材料と光学的等方性材料とから構成されており、いずれか一方の材料により形成された格子状の凹凸部に他方の材料が組み合わされたものである上記の位相制御素子を提供する。

【0011】また、波長がそれぞれ異なる2つの光源からの出射光を光記録媒体へ導き、光記録媒体からの反射光を検出する光検出器とを少なくとも備えた光ヘッド装置において、光源と光記録媒体との間に上記の位相制御素子が配された光ヘッド装置を提供する。

【0012】

【発明の実施の形態】厚さ0.6mmのDVD系用の光ディスクに対して最適化されたNA0.6の対物レンズを使用して、厚さ1.2mmのCD系の光ディスクを再生すると例えば図2に示すような位相差を有する球面収差が発生する。この図2では位相差の断面を表しており、実際には3次元的で周辺部の盛り上がったドーナツ状で、かつ環状である。

【0013】この球面収差を補正するには、図2と逆符号の位相差を発生する位相制御素子を用いればよい。具体的には、ガラス基板などと空気との界面にこの位相差形状の溝を形成する場合には、ガラス基板などの屈折率を n_g としたとき、与えたい位相差形状 ϕ を $(n_g - 1)$ で除した形状をガラス基板などの表面に形成すればよい。しかし、このような3次元曲面は、CD系の光ディスク再生時には球面収差を補正するが、DVD系の光ディスク再生時には球面収差を逆に悪化させる。

【0014】本発明においては、上記の位相差形状を階段状であるステップ形状で近似する。図4には、基板2-1に形成された平面形状が環状で断面形状がステップ形状の溝2-2が示してあり、段差 h （隣接するステップ間の高度差）を有する。形成される段数は通常2~5段である。ここで環状とは完全な円形である必要はなく多少稍円に近くてもよく、さらに円形が繋がってなく部分的に切れていてもよい。また、溝の形成方法にはフォトリソグラフィーとエッチングを組み合わせる方法、アレス法、射出成形法などがあり、溝の形成される材料に応じて適切な方法が選択される。

【0015】段差 h から発生する位相差は $2\pi(n-1)h/\lambda$ で表せる。波長 $\lambda = 650\text{nm}$ のDVD系の光ディスク使用時には位相を変化させないために、 h を適切に選択して ϕ を 2π とする。例えば、屈折率 $n = 1.5$ のとき $h = 1.3\mu\text{m}$ とすることで、実質的に波長 650nm の光に対しては位相を変化させない。

【0016】一方このような段差に波長 780nm の光を透過させると、 1.67π の位相差が発生する。図4のように、この段差を複数個作成すること、すなわち階段状に溝を形成することで、波長 780nm の光に対してのみ位相を変化させ得る。このことを利用して、基板に平面形状が環状で断面形状が階段状の溝を形成することで入射光の位相を制御し球面収差を補正できる。

【0017】ここで使用する基板は、光透過性がよく耐久性があり、屈折率が適切に選択されればどのような材料でもよく、例えばガラスのほか、アクリル樹脂、ポリカーボネート、ポリ塩化ビニルなどがある。しか

し、ガラス基板は高い光透過性と高い耐久性を有するので好ましい。

【0018】さらに図1に示すように、平面形状が環状で断面形状が階段状の溝1Aを形成した位相制御用の基板1とビームスプリッタ用ホログラム2Aを形成したホログラム用の基板2とを一体化する。このように一体化することで部品点数を減らすことができ、小型化や軽量化ができる、さらには光ヘッド装置の組立が容易になる。また、このように一体化することで、位相制御用の溝とホログラムの凹凸間との位置精度もよくなり生産の歩留まりを向上させることもできる。

【0019】一体化の方法としては位相制御用の溝を形成した基板の裏面にホログラムを形成してもよいし、位相制御用の溝を形成した基板とホログラムを形成した基板を積層してもよい。後者の積層をする場合、基板の位相制御用の溝を形成した面とホログラムの格子を形成した面が、図1のように面の同じ側にあってもよいし、形成面が向き合っていてもよいし、形成面が逆に背を向けてあってもよい。

【0020】この位相制御素子にさらに入／4板などの波長板を一体化することにより、光ディスクへ向かう光及び光ディスクからの反射戻り光の偏光特性を制御できて、さらに好ましい。

【0021】また、一体化するホログラムとしては、複屈折性を有する光学材料に格子状の凹凸部が設けられ、その凹凸部が他の光学的等方性材料によって充填されている偏光ホログラムを使用することが好ましい。この偏光ホログラムは光利用効率が高いので好ましい。この複屈折性を有する光学材料の凹凸部に充填する光学的等方性材料の屈折率は、光利用効率を高めたい場合、複屈折性の光学材料の常光屈折率又は異常屈折率のいずれかに等しくする。

【0022】上記においては、複屈折性の光学材料に格子状の凹凸部を設けて、この凹凸部に光学的等方性材料を充填することを述べたが、その逆であってもよい。すなわち、光学的等方性材料に格子状の凹凸部を設けて、この凹凸部に複屈折性の光学材料を充填してもよい。また、複屈折性の光学材料に格子状の凹凸部を設けて、光学的等方性材料に格子状の凹凸部を設けて、両方の凹凸部を嵌合させてもよい。

【0023】この偏光ホログラムは、入射する光の偏光方向により回折効率が異なるもので、光源から光ディスクに向かう出射光の往路では高透過率の偏光方向とし、光ディスクにより反射され戻ってくる出射光の復路では入／4板などにより偏光方向を回転させ、高回折効率の偏光方向とすることが望ましい。このように偏光方向を変化させることで往路の不要回折光を減らすことができ好ましい。

【0024】光ディスクの基盤にたとえ複屈折性があつても光ディスクにより反射され戻ってくる出射光に含ま

れている情報が検出できるようにするためには、光学的等方性材料の屈折率が、複屈折性の光学材料の常光屈折率及び異常屈折率のいずれにも等しくないように設定する。この場合、光の利用効率は低下する。

【0025】上記の偏光ホログラムは、 LiNbO_3 などの複屈折性の光学単結晶を用いても作成できるが、複屈折性の有機薄膜、特に高分子液晶の薄膜に格子状の凹凸部を作成し他の光学的等方性材料でその格子部分を充填することが作成の容易性、屈折率の選択性の自由度の観点から好ましい。さらに、有機薄膜により作成した偏光ホログラムは材料費や加工コストが低くて好ましい。光学的等方性材料としては、アクリル系高分子、エポキシ系高分子、ウレタン系高分子などが挙げられる。

【0026】位相制御用の溝を形成した基板は、前述のように段差を制御し波長650nmの光に対して位相を 2π ずらせることにより、この波長では実質的に位相差が生じず、波長780nmの光に対しては位相差が生じる。このため段差の精密制御が必要である。段差を大きくすることにより位相差の制御性を上げる場合には、段差を設けている基板の屈折率を小さくするか、又は基板の階段状の溝の部分に他の光学材料を充填することにより2つの材料の屈折率差を小さくして位相差を発生させることが好ましい。

【0027】また、DVD系とCD系の光ディスクでは要求されるNAが異なり、CD系の光ディスク再生時にはNAがDVD系のそれより小さく、対物レンズや位相制御素子の周辺部を使用しないよう制限することが好ましい。そのため、位相制御素子の周辺部に、DVD系の光ディスク用の波長650nmの光は透過するがCD系の光ディスク用の波長780nmの光は透過しない、波長選択性の開口制御フィルタを使用できる。

【0028】また、CD系の光ディスク再生時には位相制御素子の周辺部透過光の位相がずれるように光学設計して、光ディスク面上に効率的に出射光が集光しないよう収差を発生させて、実質的に開口制御できる。この場合は、波長選択性の開口制御フィルタを省くことができ、使用部品の点数が減らせて好ましい。

【0029】さらに、上述の位相制御素子を、波長がそれぞれ異なる2つの光源からの出射光を光記録媒体へ導き、光記録媒体からの反射光を検出する光検出器とを少なくとも備えた光ヘッド装置の、光源と光記録媒体との間に配置することが好ましい。

【0030】本発明の位相制御素子を光ヘッド装置に組み込むことにより、波面収差が小さくなり、したがって光ディスクからの反射光である信号光のノイズを低減することができる。本発明の位相制御素子を使用すると、この装置の構成部品点数が低減でき、この分体積も小さくなり、さらに、光ヘッド装置作成の工程数が低減でき生産性も向上する。

【0031】

【実施例】以下、図面を参照しながら本実施例について説明する。ここで使用した、2つの半導体レーザの発振波長は、650nmと780nmであった。

【0032】まず、位相制御用の階段状の溝について説明する。使用した基板の屈折率 $n = 1.5$ であり段差 $h = 1.3\mu\text{m}$ とすることで、実質的に波長650nmの光に対しては位相を変化させないようにした。一方この段差に波長780nmの光を透過させると、 1.67π の位相差を発生させることができた。すなわち、図4のように、この段差を2段に作成することで、波長780nmの光に対してのみ位相を変化させた。この位相制御用の溝を形成した基板を用いたときの位相差を図3に示した。

【0033】この位相制御用の溝を形成した基板とビームスプリッタ用ホログラムが形成された基板とを積層して一体化して位相制御素子とし、この位相制御素子を光ヘッド装置に組み込んだ(図5)。

【0034】このホログラムとしては、複屈折性を有する高分子液晶の薄膜に格子状の凹凸部を設け、この高分子液晶の常光屈折率とほぼ等しい屈折率を有する光学的等方性材料で、高分子液晶の薄膜の凹凸部を充填した偏光ホログラムを用いた。この偏光ホログラムは、入射する光の偏光方向により回折効率が異なるもので、半導体レーザから光ディスクに向かう往路では高透過率の偏光方向を利用し、また復路では入/4板により偏光方向を回転させ高回折効率の偏光方向を利用し、光検出器に光を導くことができる。ここで用いた入/4板は2つの波長650nmと780nmの平均の波長に対する $1/4$ の位相差とした。

【0035】図5の光ヘッド装置において、光源は、DVD系の光ディスク用の波長650nmの半導体レーザ9AとCD系の光ディスク用の波長780nmの半導体レーザ9Bからの出射光はそれぞれのコリメートレンズ10A、10Bを透過し波長選択性プリズムミラー7により光軸を一致させ、本発明の偏光ホログラム付きの位相制御素子6を透過し、入/4板透過後、対物レンズ5により光ディスク4の面に集光する。この光ディスク4のピット情報を有した反射光は再び入/4板透過後、対物レンズ5を透過し、偏光ホログラムにより光軸をわずかに曲げ、各光検出器11A、11Bに到達する。入/4板の役割は上記したとおりである。

【0036】ここで、DVD系の光ディスク用の半導体レーザを9B、CD系の光ディスク用の半導体レーザを9Aとしてもよい。この場合、波長選択性プリズムミラー7の反射特性は上記の場合と異なり、波長650nmの光を反射することとなる。

【0037】CD系の光ディスク再生時にこの位相制御素子を用いないときの波面収差 $0.14\lambda_{\text{res}}$ に対し、この位相制御素子を挿入することにより、波面収差は50 $0.018\lambda_{\text{res}}$ まで小さくできた。これによって、光

ディスクからの反射光である情報光のノイズを低減できた。また、光ヘッド装置の構成部品点数を減らすことができ、小型化が実現できた。

【0038】

【発明の効果】本発明により、位相制御用の階段状の溝を形成した基板とビームスプリッタ用ホログラムが形成された基板とが一体化されたため、部品点数を低減でき、さらに小型化と軽量化が実現した。

【0039】また、光ヘッド装置として組み込む場合、初めから両基板を一体化しているため、両基板の位置合わせ精度も高く、組み立て工程で両基板の位置合わせの必要がないことに加え、構成部品点数が少ないとおり生産性を上げることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の、ホログラムと一体化した位相制御素子の概念図。

【図2】CD系光ディスク再生時に発生する球面収差の一例を示す概念図。

【図3】本発明の位相制御素子による収差補正の一例を示す概念図。

【図4】本発明の位相制御素子の凹凸形状の一例を示す概念図。

【図5】本発明の、ホログラムと一体化した位相制御素子を用いた光ヘッド装置の構成の一例を示す概念図。

【符号の説明】

1A: 平面形状が環状で断面形状が階段状の溝

1: 位相制御用の基板1

2A: ビームスプリッタ用ホログラム

2: ホログラム用の基板

4: 光ディスク

5: 対物レンズ

6: 位相制御素子

7: 波長選択性ビームスプリッタ

9A、9B: 半導体レーザ

10A、10B: コリメートレンズ

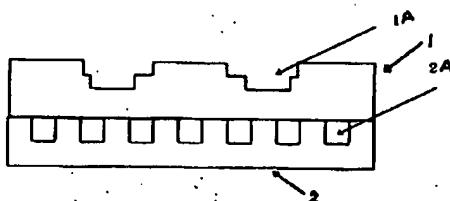
11A、11B: 光検出器

15: $\lambda/4$ 板

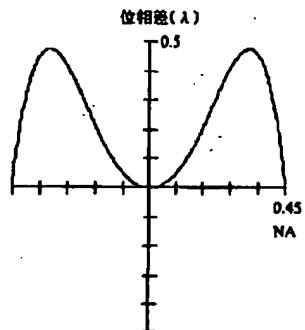
21: 基板

22: 平面形状が環状で断面形状がステップ形状の溝

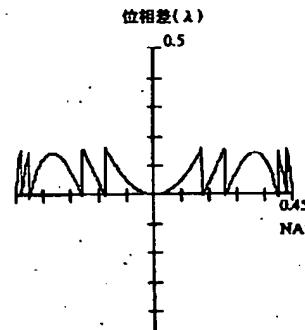
【図1】



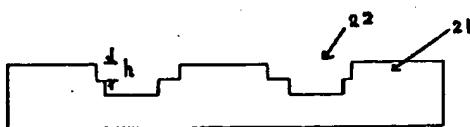
【図2】



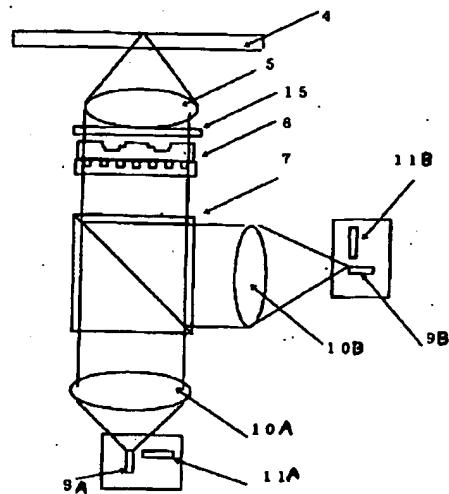
【図3】



【図4】



【図5】



DERWENT-ACC-NO: 2000-437579

DERWENT-WEEK: 200038

COPYRIGHT 2008 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Phase control element for optical head of recording devices, has substrate with hologram for beam splitters integrated with substrate having cross-section in its step-like groove

INVENTOR: MURATA K

PATENT-ASSIGNEE: ASAHI GLASS CO LTD [ASAG]

PRIORITY-DATA: 1998JP-329896 (November 19, 1998)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE
JP 2000155974 A	June 6, 2000	JA

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL- DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
JP2000155974A	N/A	1998JP- 329896	November 19, 1998

INT-CL-CURRENT:

TYPE	IPC DATE
CIPP	G11B7/125 20060101

CIPS G11B7/13 20060101
CIPS G11B7/135 20060101

ABSTRACTED-PUB-NO: JP 2000155974 A

BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - A substrate (2) with hologram (2A) for beam splitters is integrated with substrate (1) having step-like groove (1A) on its cross-sectional shape.

USE - For optical head used for optical recording and reproducing device such as compact disc (CD), digital video disc (DVD), etc.

ADVANTAGE - Since substrate with hologram is integrated with substrate for phase control, number of unit required is reduced and therefore size and weight reduction is attained. Since both substrates are integrated at starting itself, alignment accuracy is high and therefore productivity is raised.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows conceptual diagram of the phase control element.

Substrate (1)

Groove (1A)

Substrate (2)

Hologram (2A)

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/5

TITLE-TERMS: PHASE CONTROL ELEMENT OPTICAL HEAD
RECORD DEVICE SUBSTRATE HOLOGRAM BEAM
SPLIT INTEGRATE CROSS SECTION STEP
GROOVE

DERWENT-CLASS: T03

EPI-CODES: T03-B02B7; T03-D01C;

SECONDARY-ACC-NO:

Non-CPI Secondary Accession Numbers: 2000-327482